

05 Monograf KSiO

By Srie Muljani

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil pasir silika (SiO_2) dalam jumlah yang besar kurang lebih mencapai 18,05 miliar ton (*Kusdarta 200*) belum dimanfaatkan secara optimal. Pasir silika yang dihasilkan selama ini diperuntukkan untuk memenuhi kebutuhan industri keramik, kaca dan semen dengan harga yang murah kurang lebih Rp 350 hingga Rp 500. Disamping itu Indonesia juga masih melakukan impor pupuk kalium berupa pupuk kalium klorida (KCl) dari Negara Belarusia kurang lebih 250.000 ton/tahun untuk memenuhi kebutuhan pupuk dalam negeri dalam rangka menunjang kegiatan sektor pertanian. Pemakaian pupuk berbasis kalium seperti pupuk kalium klorida (KCl) maupun kalium sulfat (K_2SO_4) masih mempunyai kelemahan karena beberapa jenis tanaman tidak tahan dengan ion klorida yang bersifat meracuni tanaman, dan beberapa lahan pertanian juga mengalami perubahan kualitas yaitu lahan semakin bersifat asam apabila selalu menggunakan pupuk kalium sulfat (K_2SO_4) dan kalium klorida (KCl).

Dalam rangka mengatasi permasalahan ketersediaan pupuk kalium didalam negeri, dan dampak pupuk kalium terhadap lahan pertanian tersebut serta tersedianya pasir silika yang melimpah dengan nilai ekonomi yang rendah, maka dibutuhkan berbagai upaya untuk menghasilkan pupuk kalium berbasis silika yang bermanfaat bagi tanaman dan tidak berdampak negatif terhadap lahan pertanian.

Salah satu upaya yang dilakukan untuk mengatasi permasalahan-permasalahan tersebut adalah menggunakan pasir silika sebagai bahan baku pupuk yang mengandung kalium. Pupuk ini dapat menyediakan ion kalium dan silika yang dibutuhkan oleh tanaman dan tidak berdampak negatif terhadap tanaman maupun lahan pertanian. Kandungan silika pada pupuk dapat meningkatkan kualitas tanaman, tanaman tidak mudah rubuh, daun dan batang tanaman lebih tegak sehingga mempercepat proses foto sintesa serta meningkatkan kadar silika pada tanah yang selama ini terambil oleh tanaman.

II. TINJAUAN PUSTAKA

1. Pasir Silika (Kuarsa)

Pasir silika¹ adalah bahan galian yang terdiri atas kristal-kristal silika (SiO_2) dan mengandung senyawa pengotor yang terbawa selama proses pengendapan. Pada umumnya, senyawa pengotor tersebut terdiri atas oksida besi, oksida kalsium, oksida alkali, oksida magnesium, lempung dan zat organik hasil pelapukan sisa-sisa hewan serta tumbuhan). Karakteristik kimia pasir silika seperti tercantum dalam Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Pasir Silika

No	Parameter	Konsentrasi (%)
1	Silika (SiO_2) ²	55,3 – 99,87
2	Ferro Oksida (Fe_2O_3)	0,01 – 9,14
3	Aluminium Oksida (Al_2O_3)	0,01 – 18,0
4	Titanium Oksida (TiO_2)	0,01 – 0,49
5	Magnesium Oksida (MgO)	0,01 – 0,26
6	Kalium Oksida (K_2O)	0,01 – 17,0

Sumber : (Fairus, 2009).

Karakteristik fisik pasir silika

Sifat-sifat fisik mineral pasir silika, antara lain berwarna putih bening atau warna lain bergantung kepada senyawa pengotomnya, misal warna kuning mengandung oksida besi, merah mengandung oksida tembaga. Kekerasan 7 (skala mohs), berat jenis 2,65 g/cm³, dan titik lebur $\pm 1.715^{\circ}\text{C}$. Silika berbentuk amorf dan akan tetap bentuknya apabila dibakar pada suhu 500-600 $^{\circ}\text{C}$. Di atas suhu 600-720 $^{\circ}\text{C}$ silika akan berbentuk kristal dan bila terbakar pada suhu 800-900 $^{\circ}\text{C}$ akan berbentuk kuarsa (Fairus, 2009).

2. Silika Amorf dari Limbah PLTPB Dieng

Jenis silika dengan struktur amorf memiliki rumus kimia yang identik dengan kristal silika yaitu SiO_2 namun ada perbedaan secara fisik dan struktur internalnya. Salah satu sumber silika amorf dapat diperoleh dari limbah Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTPB) (Muljani dkk, 2014). Limbah padat PLTPB yang berlokasi di Dieng Wonosobo mencapai kurang lebih 165 ton/bulan, dan belum dimanfaatkan dengan baik. Proporsi terbesar pada limbah

PLTPB Dieng adalah silika dengan komposisi seperti tercantum pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Limbah Padat Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi

Parameter	Konsentrasi (% berat)	Parameter	Konsentrasi (% berat)
Silika (SiO_2)	76,63	Kalsium Oksida (CaO)	0,07
Besi (Fe_2O_3)	0,18	Kalium Oksida (K_2O)	0,49
Natrium (Na_2O)	1,23	Kalsium karbonat (CaCO_3)	0,09

Berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui kandungan silika limbah padat pembangkit listrik tenaga panas bumi berkisar antara 78 %.

Limbah pembangkit listrik tenaga panas bumi (PLTPB) yang ada masih mengandung impuritis sekitar 12 % dengan ukuran yang tidak seragam. Perlu dilakukan perlakuan pendahuluan yaitu proses pengeringan dan pengecilan ukuran sehingga menjadi ukuran kurang lebih 100 mesh. Pengecilan ukuran secara teoritis akan mempermudah dan mempercepat proses peleburan.

3. Kalium Karbonat

Kalium karbonat (K_2CO_3) merupakan bahan kimia yang menjadi sumber kalium dalam produksi pupuk. Kalium karbonat membantu meningkatkan kualitas tanaman, mengatasi penyakit dan meningkatkan produksi tanaman. Kalium karbonat ini dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan kaca, fotografik, deterjen/sabun, pupuk, produk getah dan sebagainya.

4. Reaksi Kimia Pembentukan Kalium Silika

Reaksi kimia produksi pupuk kalium silika dengan bahan pereaksi kalium karbonat (K_2CO_3) seperti berikut :



Berdasarkan reaksi tersebut, dapat diketahui pada proses pembakaran akan dihasilkan gas CO_2 dan produk kalium silika ($K_2O.SiO_2$). Dengan mengetahui berat atom setiap ion seperti K : 39 ; O : 16 ; Si : 28 ; C : 12, maka dapat dihitung stoikiometrinya yaitu :

1 mol silika SiO_2 membutuhkan 1 mol kalium karbonat K_2CO_3 untuk menghasilkan 1 mol kalium silika $K_2O.SiO_2$ dan 1 mol gas karbon dioksida. 60 gram silika

membutuhkan 138 gram kalium karbonat menghasilkan 154 gram kalium silika dan 44 gram gas karbon dioksida

Reaksi kimia produksi pupuk kalium silika dengan bahan pereaksi kalium hidroksida (KOH) seperti berikut :



Reaksi ini berlangsung pada temperatur tinggi, hal ini disebabkan karena silika (SiO_2) baru dapat melebur pada temperatur 1100-1300 °C.

Berdasarkan reaksi tersebut, dapat diketahui pada proses pembakaran akan dihasilkan uap air (H_2O) dan produk kalium silika ($\text{K}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$). Dengan mengetahui berat atom setiap ion seperti K : 39 ; O : 16 ; Si : 28 ; H : 1, maka dapat dihitung stoikiometrinya yaitu :

1 mol silika SiO_2 membutuhkan 2 mol kalium hidroksida KOH untuk menghasilkan 1 mol kalium silika $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$ dan 1 mol air (H_2O) atau 60 gram silika membutuhkan 112 gram kalium hidroksida menghasilkan 154 gram kalium silika dan 18 gram air (H_2O).

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses reaksi kimia pasir silika dengan kalium karbonat diantaranya :

- a) **Ukuran Partikel Pasir Silika**, semakin kecil ukuran partikel pasir silika maka reaksi akan berjalan cepat dan sebaliknya, hal ini disebabkan karena semakin kecil ukuran partikel pasir silika maka semakin cepat melebur dan mudah untuk bereaksi dengan kalium karbonat
- b) **Temperatur Operasi**, semakin tinggi temperatur operasi maka pasir silika akan semakin mudah untuk meleleh (lebur) sehingga reaksi dapat berjalan dengan baik, tingkat homogen leburan pasir silika berpengaruh terhadap kesempurnaan reaksi hal ini disebabkan semakin tinggi temperatur tingkat leburan semakin tinggi sehingga reaksi dapat dengan mudah terjadi
- c) **Waktu Reaksi**, waktu reaksi sangat ditentukan oleh waktu peleburan pasir silika dan juga ukuran pasir silika. Semakin kecil ukuran pasir silika, waktu peleburan semakin pendek dan sebaliknya, dan waktu reaksinya berlangsung cepat, hal ini disebabkan reaksi cair-cair (leburan pasir silika dan leburan kaliumkarbonat) akan membutuhkan waktu yang lebih lama

d) **Rasio Pasir Silika/Kalium Karbonat atau Kalium Hidroksida** , perbandingan antara pasir silika dan kalium karbonat atau kalium hidroksida akan mempengaruhi kualitas produk, temperatur operasi, dan waktu operasi hal ini disebabkan karena perbedaan temperatur lebur yang dimiliki oleh pasir silika dan kalium karbonat maupun kalium hidroksida. Semakin besar rasio pasir silika terhadap kalium karbonat atau kalium hidroksida, temperatur lebur campuran semakin tinggi dan waktu reaksi semakin lama.

5. Standar komposisi pupuk kalium silika

Pupuk kalium silika ($K_2O \cdot SiO_2$) merupakan pupuk yang belum umum di Indonesia, pupuk ini diproduksi oleh negara Australia. Pupuk ini dapat mensuplai kebutuhan unsur kalium oleh tanaman, meningkatkan kualitas tanaman dan produksi tanaman. Pupuk ini juga dapat mencukupi kebutuhan silika oleh tanaman terutama tanaman padi dan tebu yang membutuhkan silika. Keberadaan silika dalam pupuk ini sangat menguntungkan karena lahan pertanian di Indonesia sudah kekurangan unsur silika (Si), hal ini

disebabkan karena pupuk yang ditambahkan selama ini tidak mengandung unsur silika. Unsur silika dibutuhkan untuk meningkatkan kekuatan batang dan daun, padi tidak mudah roboh jika terkena angin dan sebagainya.

Standar kualitas produk pupuk kalium silika merupakan acuan dalam memproduksi pupuk kalium silika ($K_2O \cdot SiO_2$). Berdasarkan kajian literatur dapat diketahui standar kualitas pupuk kalium silika yang ada dipasaran seperti tercantum dalam Tabel 2. berikut :

Tabel 3. Komposisi Pupuk Kalium Silika

No	Kadar SiO_2 (% berat)	Kadar K_2O (% berat)
1	48 – 54	31 - 35
2	60 - 66	28 - 32
3	46,0	32,8
4	60,0	28,0
5	61,55	29,28

Berdasarkan kualitas data tersebut diatas, dapat diketahui bahwa kualitas komposisi pupuk kalium silika bisa bervariasi sesuai kebutuhan dengan rentang kadar SiO_2 dari 46 – 62 %, dan kadar K_2O dari 28 – 35 %.

Metodologi pembuatan kalium silika dari limbah PLTB seperti diuraikan dalam Gambar 1. Kajian produksi pupuk kalium silika berbahan baku silika amorf dengan metode pembakaran merupakan penelitian laboratorium yang dilakukan dalam furnace secara batch. Variabel proses meliputi jenis pereaksi yaitu kalium karbonat (K_2CO_3) dan kalium hidroksida (KOH), perbandingan silika (SiO_2) terhadap kalium karbonat (K_2CO_3) yaitu dalam rentang 5 : 1 sampai 1 : 1, dan perbandingan silika (SiO_2) terhadap kalium hidroksida (KOH) yaitu 5 : 1 sampai 1 : 1, dimana berat campuran keduanya telah ditetapkan.

Pelaksanaan percobaan meliputi pengecilan ukuran limbah padat pembangkit listrik tenaga panas bumi, menggunakan grinding mill, analisis kualitas limbah padat pembangkit listrik tenaga panas bumi menggunakan X-Ray fluorescence. Pencampuran limbah dengan pereaksi (kalium karbonat dan kalium hidroksida) menggunakan tangki roller, pembakaran menggunakan furnace, pengecilan ukuran. Analisa komposisi produk kalium silika meliputi kadar silika (SiO_2), kadar kalium oksida (K_2O) serta komponen ikutan lainnya menggunakan X-Ray fluorescence. Morphologi produk kalium silika diuji menggunakan SEM

dan isotherm adsorpsi-desorpsi dilakukan menggunakan BET.



Gambar 1. Diagram alir produksi kalium silika dari limbah padat PLTPB Dieng

III. PENGARUH RATIO BAHAN BAKU ($\text{SiO}_2 / \text{K}_2\text{O}$)

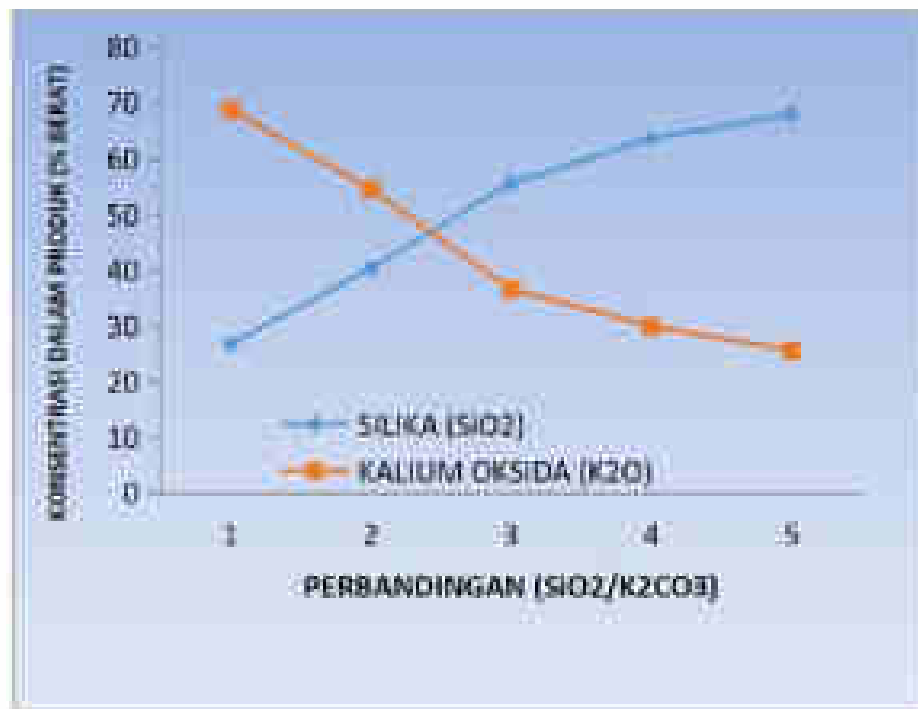
Dalam percobaan laboratorium dilakukan pengkajian perbandingan limbah padat pembangkit listrik tenaga panas bumi (PLTPB) terhadap pereaksi kalium karbonat (K_2CO_3) dengan variabel respon yaitu komposisi produk kalium silika ($\text{K}_2\text{O}.\text{SiO}_2$), temperatur pembakaran, yield dan kelarutan kalium silika dalam air.

1. Pengaruh Ratio bahan baku ($\text{SiO}_2 / \text{K}_2\text{CO}_3$) terhadap komposisi produk kalium silika ($\text{K}_2\text{O}.\text{SiO}_2$).

Data komposisi produk $\text{K}_2\text{O}.\text{SiO}_2$ hasil percobaan tercantum dalam Tabel 4.

Tabel 4. Komposisi produk kalium silika ($\text{K}_2\text{O}.\text{SiO}_2$)

Ratio bahan baku $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{CO}_3$	SiO_2 (%)	K_2O (%)
1 : 1	26,7	68,9
1 : 2	40,3	54,6
1 : 3	55,6	36,6
1 : 4	63,6	30,9
1 : 5	68	25,6



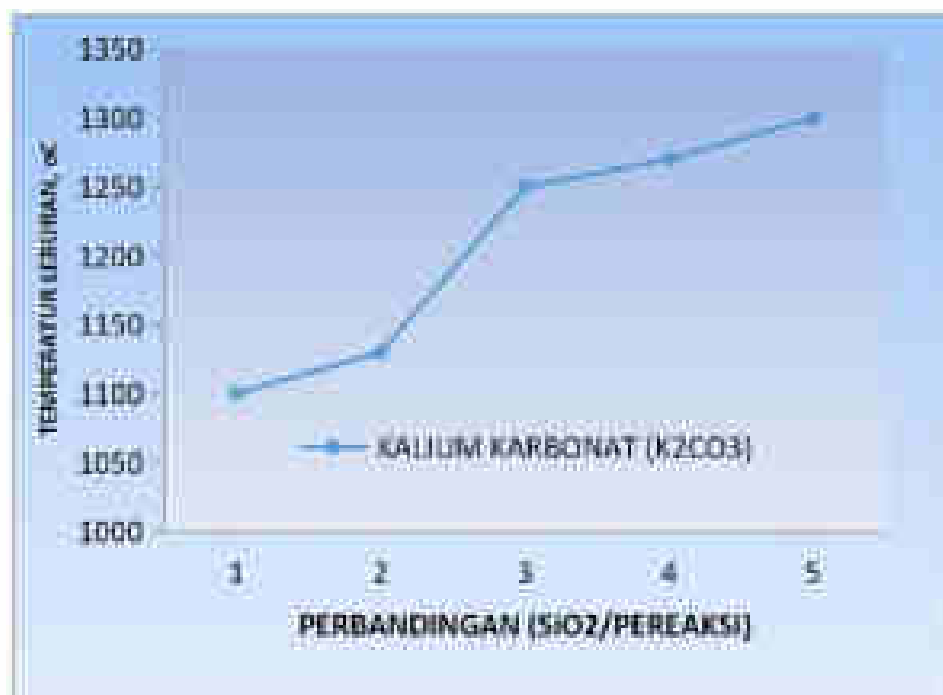
Gambar 2. Pengaruh ratio bahan baku $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{CO}_3$ terhadap komposisi produk

2. Pengaruh Ratio bahan baku ($\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{CO}_3$) terhadap temperatur peleburan

Pada pembakaran campuran limbah padat pembangkit listrik tenaga panas bumi dan kalium karbonat akan menghasilkan data temperatur peleburan (pembakaran) yang berbeda untuk setiap komposisi campuran. Data hasil percobaan pengaruh perbandingan bahan baku limbah padat dengan pereaksi kalium karbonat terhadap temperatur pembakaran seperti tercantum dalam Tabel 5.

Tabel 5. Temperatur peleburan pada berbagai ratio bahan baku.

Ratio bahan baku $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{CO}_3$	Temperatur ($^{\circ}\text{C}$)
1 : 1	1100
1 : 2	1130
1 : 3	1250
1 : 4	1270
1 : 5	1300



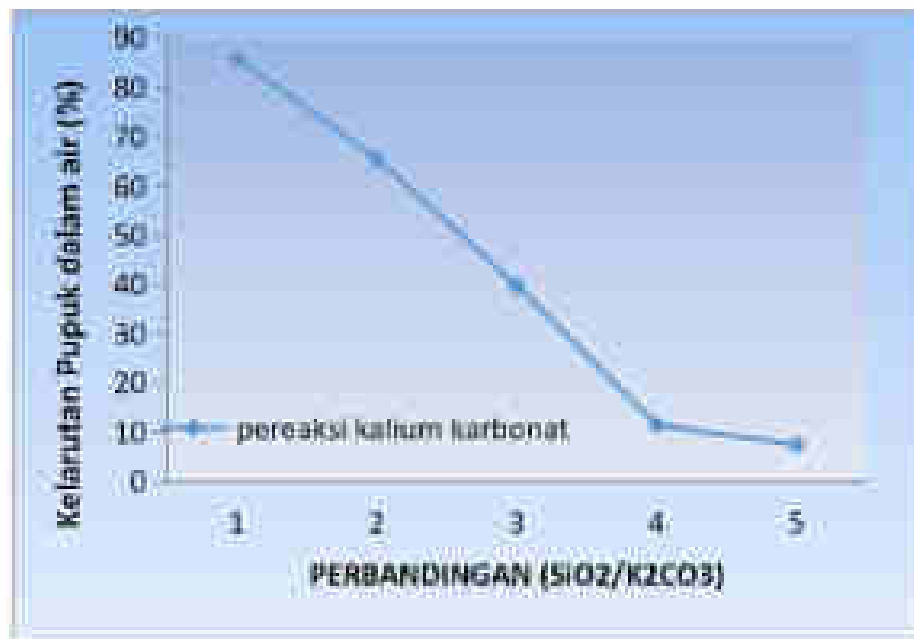
Gambar 3. Pengaruh ratio bahan baku $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{CO}_3$ terhadap temperatur pembakaran

3. Pengaruh terhadap kelarutan pupuk kalium silika dalam air.

Pada pembakaran campuran limbah padat pembangkit listrik tenaga panas bumi dan kalium karbonat akan menghasilkan produk kalium silika ($K_2O \cdot SiO_2$) dengan kandungan silika dan kalium dioksida yang berbeda-beda. Komposisi silika dan kalium dioksida yang berbeda menghasilkan data kelarutan yang berbeda-beda. Data kelarutan pupuk kalium silika ($K_2O \cdot SiO_2$) seperti tercantum dalam Tabel 6. dan Gambar 4.

Tabel 6. Kelarutan kalium silika pada berbagai Ratio bahan baku (SiO_2 / K_2CO_3)

Ratio bahan baku (SiO_2 / K_2CO_3)	Kelarutan Kalium Silika dalam air (%)
1 : 1	85,84
1 : 2	65,45
1 : 3	39,76
1 : 4	11,45
1 : 5	7,37



Gambar 4. Pengaruh ratio bahan baku SiO_2 / K_2CO_3 terhadap kelarutan $\text{K}_2\text{O}.\text{SiO}_2$ dalam air.

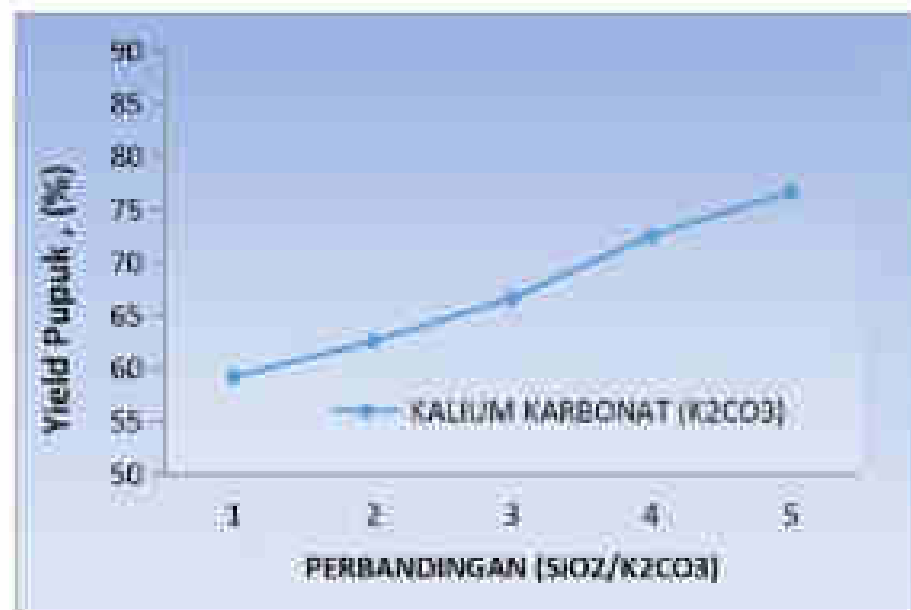
4. Pengaruh Ratio bahan baku (SiO_2 / K_2CO_3) terhadap yield kalium silika.

Pada percobaan produksi pupuk kalium silika ($\text{K}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$) dengan mereaksikan limbah padat pembangkit listrik tenaga panas bumi dengan kalium karbonat (K_2CO_3) dengan perbandingan yang berbeda-beda dan berat campuran tetap 60 gram, dihasilkan berat produk yang berbeda-beda. Data hasil penelitian pengaruh perbandingan limbah padat dengan pereaksi kalium karbonat (K_2CO_3) terhadap jumlah produk

yang dihasilkan atau yield (berat produk/bahan baku) seperti tercantum dalam Tabel 7 dan Gambar 5.

Tabel 7. Konversi bahan baku pada berbagai ratio ($\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{CO}_3$)

Ratio bahan baku $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{CO}_3$	Yeild (%)
1 : 1	59,18
1 : 2	62,50
1 : 3	66,63
1 : 4	72,50
1 : 5	76,66



Gambar 5. Pengaruh perbandingan ($\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{CO}_3$) terhadap yield kalium silica

5. Pengaruh Ratio bahan baku SiO_2/KOH terhadap komposisi produk kalium silika ($\text{K}_2\text{O}.\text{SiO}_2$)

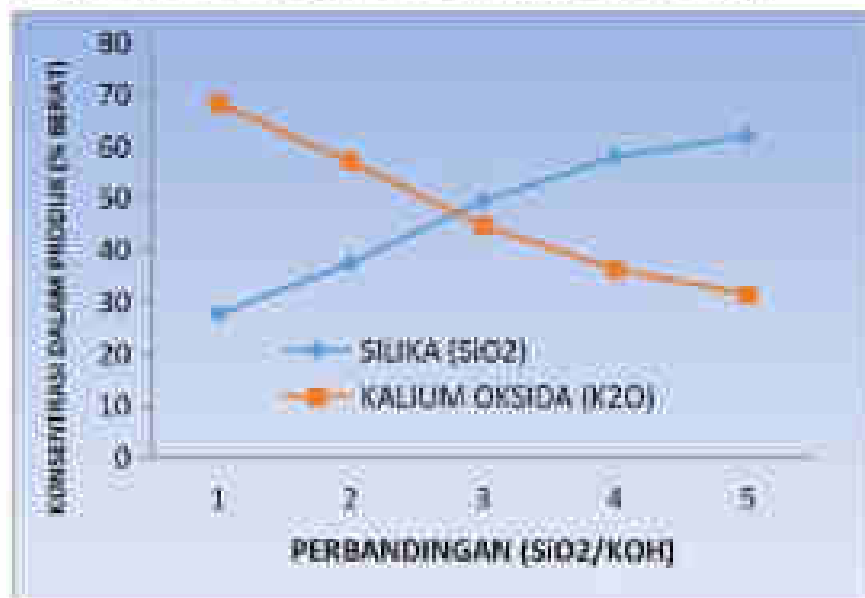
Sumber kalium selain dari kalium karbonat juga bisa diperoleh dari kalium hidroksida. Data percobaan pembentukan produk kalium silika ($\text{K}_2\text{O}.\text{SiO}_2$) dengan pereaksi kalium hidroksida (KOH) tercantum dalam Tabel 8 dan Gambar 6.

Tabel 8. Komposisi produk kalium silika ($\text{K}_2\text{O}.\text{SiO}_2$) pada berbagai ratio bahan baku SiO_2/KOH

Ratio bahan baku SiO_2/KOH	Produk kalium silika ($\text{K}_2\text{O}.\text{SiO}_2$)	
	SiO_2 (%)	K_2O (%)
1 : 1	27,6	68,2
1 : 2	37,4	57,0
1 : 3	49,4	44,7
1 : 4	57,9	36,2
1 : 5	62,0	31,4

Ratio bahan baku silika terhadap kalium berpengaruh terhadap komposisi produk, semakin besar perbandingan silika dengan kalium, kandungan silika (SiO_2) dalam produk semakin besar dan sebaliknya kandungan kalium oksida (K_2O) semakin kecil. Komposisi silika dalam produk pupuk kalium silika semakin besar disebabkan karena jumlah silika

yang diproses semakin besar hal ini juga mengakibatkan komposisi kalium hidroksida menjadi lebih kecil.



Gambar 6. Pengaruh ratio SiO_2/KOH terhadap komposisi produk kalium silika

Berdasarkan Gambar 2 dan Gambar 6 dapat diketahui bahwa kualitas produk pupuk kalium silika yang dihasilkan dapat disesuaikan dengan kebutuhan dengan mengatur perbandingan silika dengan pereaksinya. Perbandingan silika dengan pereaksi kalium karbonat (K_2CO_3) yang memenuhi standar kualitas pupuk kalium silika adalah 4 : 1 yaitu kandungan silika (SiO_2) 63,6 % dan kalium oksida (K_2O) 30 %, sedangkan untuk pereaksi kalium hidroksida

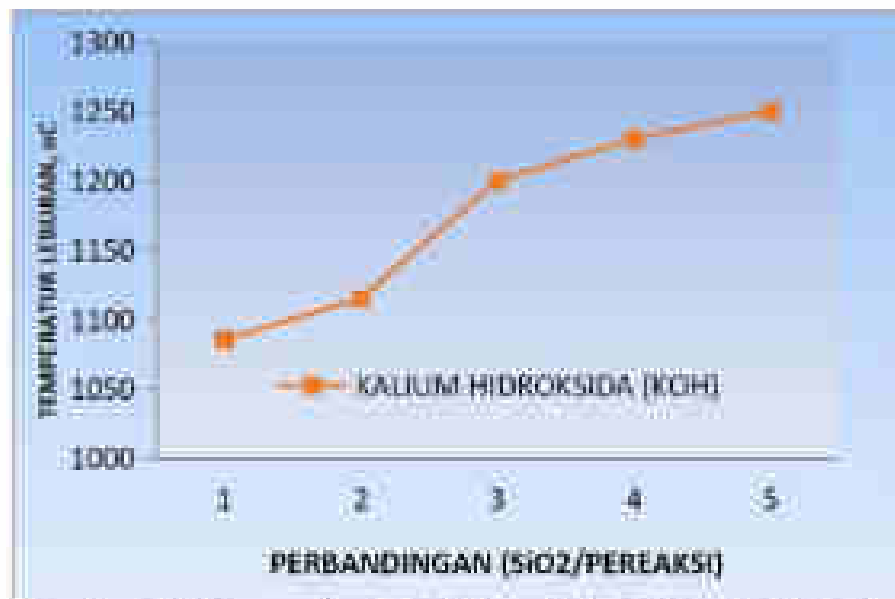
adalah 5 : 1 yaitu kandungan silika (SiO_2) 62 % dan kalium oksida (K_2O) 31,4%.

6. Pengaruh ratio bahan baku SiO_2/KOH terhadap temperatur pembakaran

Pada pembakaran campuran limbah padat pembangkit listrik tenaga panas bumi dan kalium hidroksida akan menghasilkan data temperatur peleburan (pembakaran) yang berbeda untuk setiap komposisi campuran. Data hasil penelitian pengaruh perbandingan limbah padat dengan pereaksi kalium hidroksida terhadap temperatur pembakaran seperti tercantum dalam Tabel 9 dan Gambar 7 berikut.

Tabel 9. Temperatur peleburan pada berbagai ratio bahan baku SiO_2/KOH .

Ratio bahan baku SiO_2/KOH	Temperatur Pembakaran ($^{\circ}\text{C}$)
1 : 1	1085
1 : 2	1115
1 : 3	1200
1 : 4	1230
1 : 5	1250



Gambar 7. Pengaruh ratio bahan baku SiO₂/KOH terhadap temperatur pembakaran (peleburan)

Temperatur peleburan dengan pereaksi kalium karbonat (K₂CO₃) lebih tinggi dibanding dengan pereaksi kalium hidroksida (KOH), hal ini disebabkan karena temperatur peleburan (leleh) kalium karbonat lebih besar dibanding kalium hidroksida. Temperatur peleburan kalium karbonat 891 °C dan kalium hidroksida 406 °C.

7. Pengaruh ratio bahan baku SiO₂/KOH terhadap kelarutan pupuk kalium silika dalam air.

Pada pembakaran campuran limbah padat pembangkit listrik tenaga panas bumi dan kalium hidroksida

akan menghasilkan produk pupuk kalium silika ($K_2O \cdot SiO_2$) dengan kandungan silika dan kalium dioksida yang berbeda-beda. Komposisi silika dan kalium dioksida yang berbeda menghasilkan data kelarutan yang berbeda-beda. Data kelarutan pupuk kalium silika ($K_2O \cdot SiO_2$) seperti tercantum dalam Tabel 10 dan Gambar 8.

Tabel 10. Kelarutan pupuk kalium silika pada berbagai ratio bahan baku SiO_2/KOH

Ratio bahan baku SiO_2/KOH	Kelarutan Kalium Silika dalam air (%)
1 : 1	88,11
1 : 2	68,32
1 : 3	42,53
1 : 4	13,36
1 : 5	9,40



Gambar 8. Pengaruh ratio bahan baku SiO_2/KOH terhadap kelarutan $\text{K}_2\text{O}.\text{SiO}_2$ dalam air.

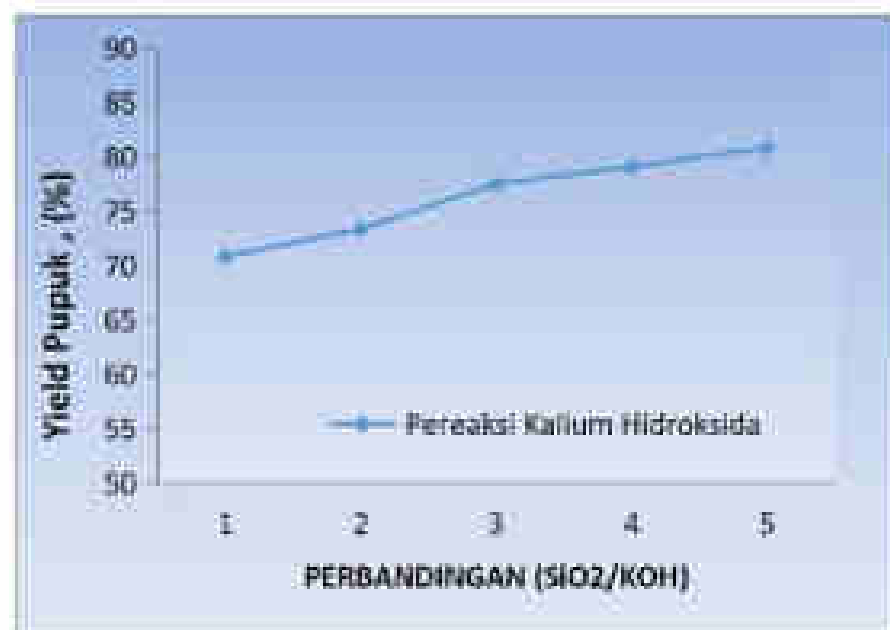
8. Pengaruh Ratio bahan baku SiO_2/KOH terhadap Yield Kalium Silika.

Pada penelitian produksi pupuk kalium silika ($\text{K}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$) dengan mereaksikan limbah padat pembangkit listrik tenaga panas bumi dengan kalium hidroksida (KOH) dengan perbandingan yang berbeda-beda dan berat campuran tetap 60 gram, dihasilkan berat produk yang berbeda-beda. Data hasil penelitian pengaruh perbandingan limbah padat dengan pereaksi kalium hidroksida (KOH) terhadap jumlah produk

yang dihasilkan atau yeild (berat produk/bahan baku) seperti tercantum dalam Tabel 11 dan Gambar 9.

Tabel 11. Yeild kalium silica pada berbagai ratio bahan baku SiO_2/KOH

Ratio bahan baku SiO_2/KOH	Yeild (%)
1 : 1	70,8
1 : 2	73,3
1 : 3	77,5
1 : 4	79,1
1 : 5	80,8

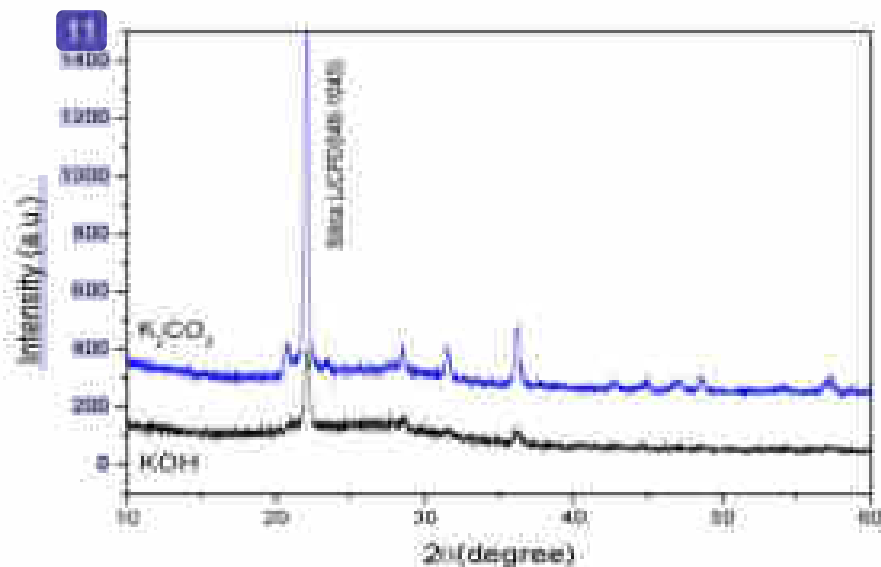


Gambar 9. Pengaruh ratio SiO_2/KOH terhadap yield kalium silica.

Semakin besar ratio bahan baku silika dengan kalium semakin besar jumlah produk yang dihasilkan, hal ini disebabkan semakin besar silika yang ditambahkan kehilangan pereaksi akibat peleburan akan semakin kecil. Pereaksi kalium hidroksida (KOH) menghasilkan pupuk kalium silika lebih besar dibandingkan dengan kalium karbonat (K_2CO_3) hal ini disebabkan pada saat pembakaran kalium karbonat mengalami kehilangan berat lebih besar dibandingkan dengan kalium hidroksida. Kehilangan berat kalium karbonat karena terbentuknya gas CO_2 sedangkan kehilangan kalium hidroksida karena terbentuknya H_2O yang menguap.

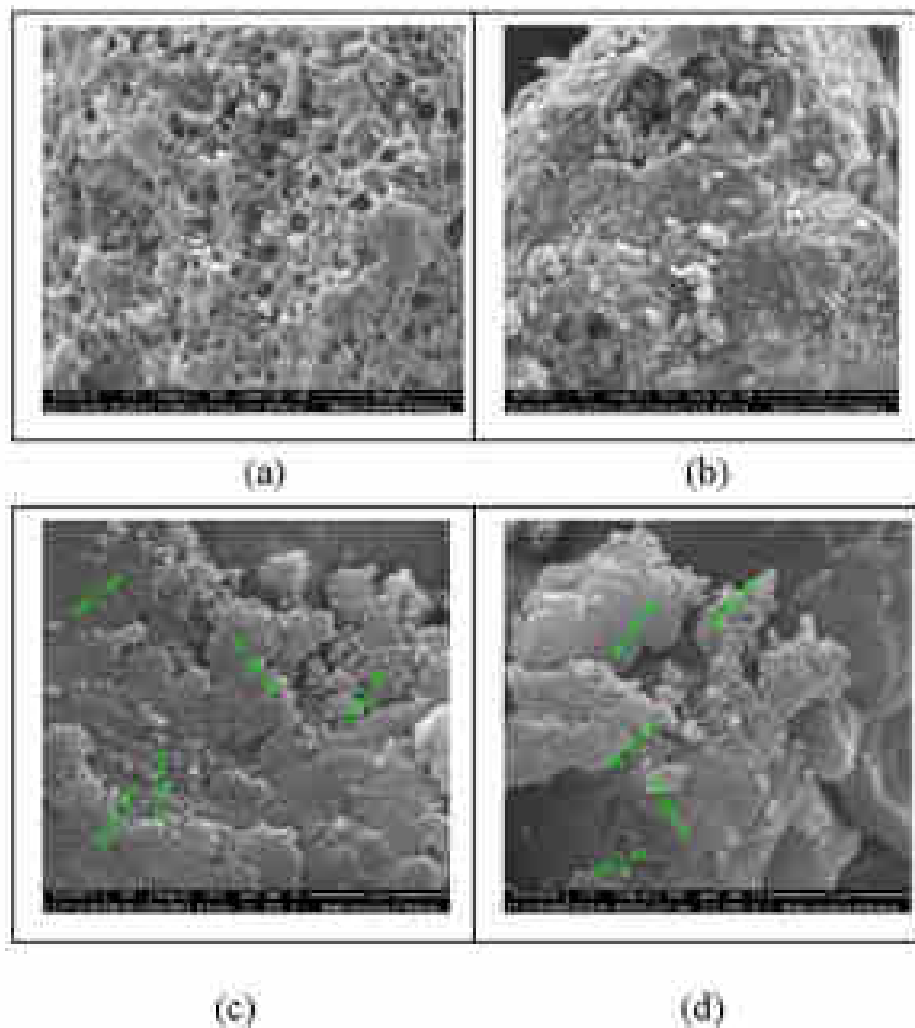
9. Karakteristik Produk Kalium Silika dari PLTPB Dieng

Hasil analisa kristalinitas produk potassium silikat padat untuk ratio berat 4:1 ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Pola difraksi produk kalium silika padat dari limbah PLTPB

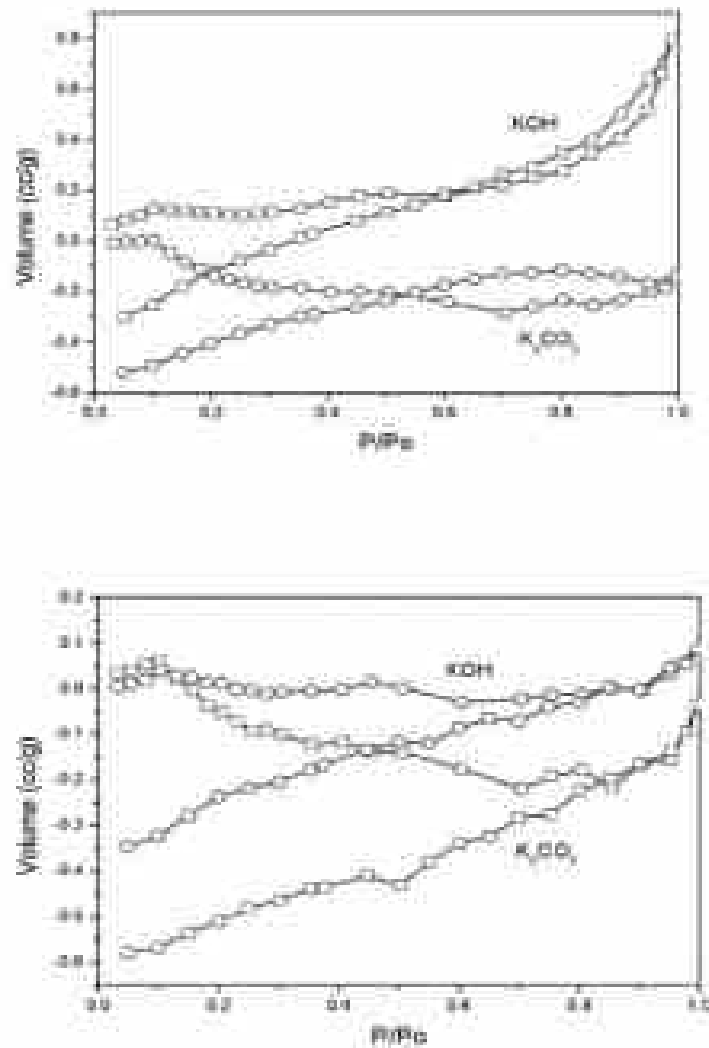
Morphologi kalium silika menunjukkan perbedaan antara penggunaan KOH dan K_2CO_3 seperti terlihat pada Gambar 11. Gambar 11a menunjukkan morfologi kalium silika yang diolah menggunakan KOH lebih seragam ukuran partikelnya dibanding diolah dengan K_2CO_3 (Gambar 11b). Ukuran partikel yang diturunkan dari gambar SEM ditunjukkan pada Gambar 11c untuk KOH dan Gambar 11d untuk K_2CO_3 .



Gambar 11. Morphologi SEM produk kalium silika dari geothermal sludge pada ratio 4:1

Hasil isotherm adsorpsi-desorpsi potassium silikat (Gambar 12) menunjukkan ketidak seragaman ukuran pori partikel. Sebagian berukuran mikropori dan sebagian

mikropori untuk ratio 1:1 (Gambar 12a) dan sebagian besar mikropori untuk ratio 4:1 (Gambar 12b).



Gambar 12. Isotherm adsorpsi-desorpsi kalium silika padat dari limbah PLTPB pada ratio (a) 1:1 dan (b) 4:1.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan beberapa hal diantaranya

- a) Limbah padat pembangkit listrik tenaga panas bumi yang dihasilkan oleh PT. GEO DIPA ENERGI kurang lebih 13 ton/hari
- b) Limbah padat pembangkit listrik tenaga panas bumi mengandung silika amorf (SiO_2) dengan konsentrasi silika (SiO_2) kurang lebih dengan kisaran 70 – 80 %
- c) Perbandingan silika amorf (SiO_2) terhadap bahan pereaksi kalium karbonat (K_2CO_3) dapat menghasilkan produk pupuk kalium silika ($\text{K}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$) sesuai dengan standar adalah 4 : 1, dengan kualitas produk mengandung silika (SiO_2) : 63,6 % dan kalium oksida (K_2O) : 30,0 %
- d) Perbandingan silika amorf (SiO_2) terhadap bahan pereaksi kalium hidroksida (KOH) dapat menghasilkan produk pupuk kalium silika ($\text{K}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$) sesuai dengan standar adalah 5 : 1, dengan kualitas

produk mengandung silika (SiO_2) : 62,0 % dan kalium oksida (K_2O) : 31,4 %

- e) Produk (Yield) pupuk kalium silika dengan pereaksi kalium karbonat (K_2CO_3) lebih kecil dibandingkan dengan pereaksi kalium hidroksida (KOH)
- f) Temperatur peleburan dengan pereaksi kalium karbonat (K_2CO_3) lebih tinggi dibandingkan dengan pereaksi kalium hidroksida (KOH). Temperatur peleburan berkisar dari 1000 sampai 1300 °C
- g) Kuantitas (yield) produk mencapai 80 %
- h) Kelarutan pupuk kalium silika ($\text{K}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$) sangat dipengaruhi oleh komposisi bahan baku

DAFTAR PUSTAKA

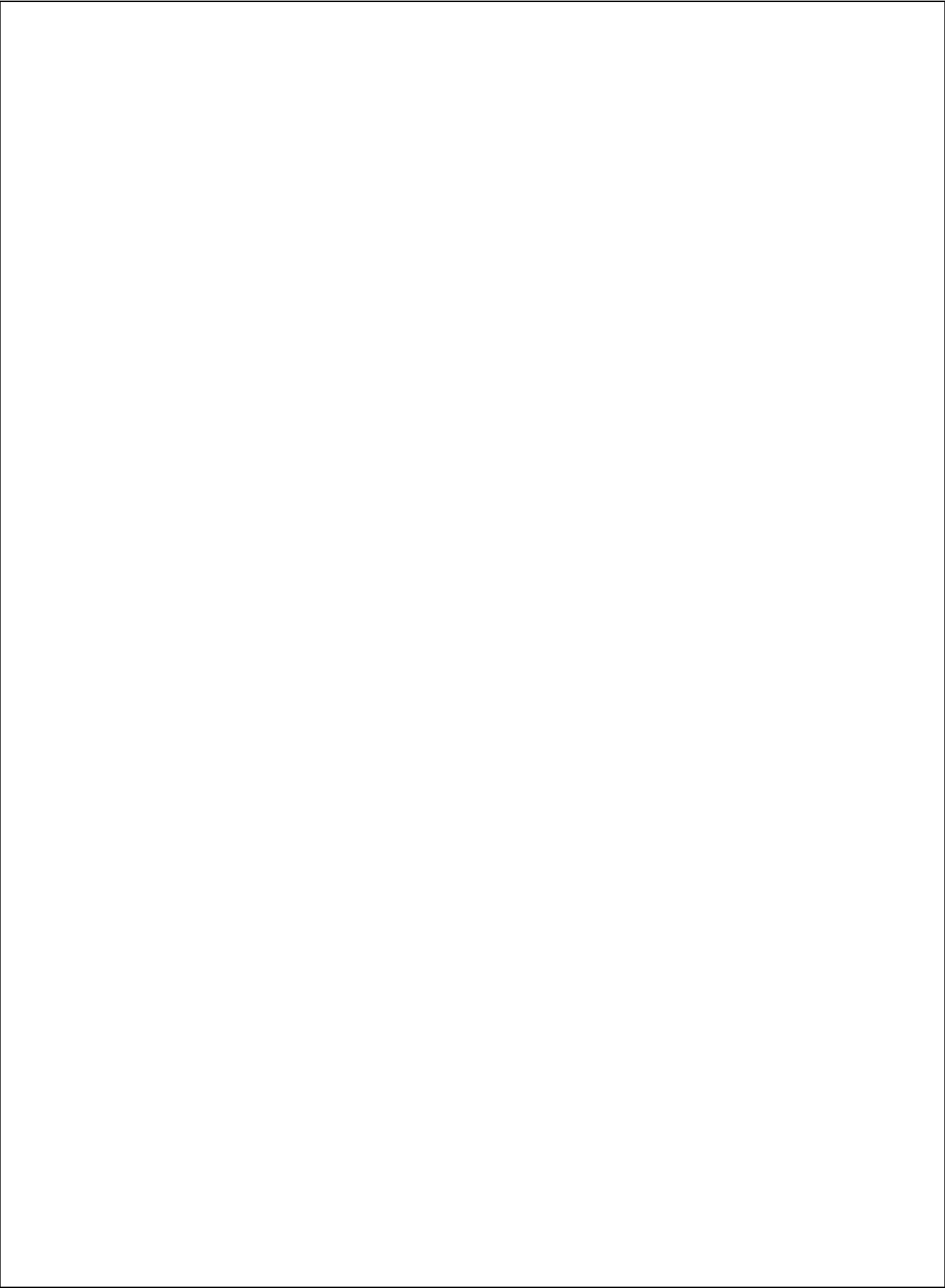
Fairus, S., (2009), *Proses Pembuatan Waterglass Dari Pasir Silika Dengan Peleburan Natrium Hidroksida*, Jurnal Teknik Kimia Indonesia, Vol 8, No 2, hal 56-62 J. Tanah Trop., 13, 3, 179-187.

Fatmawaty, (2013), "Pemanfaatan Trass sebagai Pupuk Silika dan Pemberton Dolomit untuk Padi di Tanah Gambut dari Kumpeh, Jambi", Institut Pertanian Bogor, <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/63186>

Mittal, Davinder (1997), *Silica from Ash A Valuable Product From Waste material*, Resonance, vol 2 no 7, hal 64-66.

Muljani, S., Setyawan, H., Wibawa, G., Alhway, A., (2014) *A facile method for the production of high-surface-area mesoporous silica gels from geothermal sludge*, Adv Pow Tech, 25, 1593-1599

Saeni, M.S. (2010), *Pengaruh Pemupukan Silika terhadap Penyerapan Hara Fosfat Pada Tanaman Padi*, <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/25941>, Diunduh Januari 2014



05 Monograf KSiO

ORIGINALITY REPORT

9%

SIMILARITY INDEX

PRIMARY SOURCES

1	edoc.site Internet	46 words — 1%
2	uvrimining.blogspot.com Internet	43 words — 1%
3	text-id.123dok.com Internet	37 words — 1%
4	china.iopscience.iop.org Internet	29 words — 1%
5	media.neliti.com Internet	21 words — 1%
6	ppjp.unlam.ac.id Internet	18 words — 1%
7	docobook.com Internet	17 words — 1%
8	id.123dok.com Internet	16 words — < 1%
9	ejournal2.undip.ac.id Internet	15 words — < 1%
10	eprints.upnjatim.ac.id Internet	12 words — < 1%
11	diposit.ub.edu Internet	11 words — < 1%
12	adoc.tips Internet	10 words — < 1%

13	edoc.pub Internet	9 words — < 1%
14	eprints.uns.ac.id Internet	8 words — < 1%
15	transfer-ilmuku.blogspot.com Internet	8 words — < 1%
16	docplayer.info Internet	8 words — < 1%

EXCLUDE QUOTES OFF
EXCLUDE
BIBLIOGRAPHY OFF

EXCLUDE MATCHES OFF